

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000302498  
PUBLICATION DATE : 31-10-00

APPLICATION DATE : 16-04-99  
APPLICATION NUMBER : 11109047

APPLICANT : SUMITOMO METAL MINING CO LTD;

INVENTOR : KAWAMOTO KOJI;

INT.CL. : C04B 18/10

TITLE : PRODUCTION OF ARTIFICIAL LIGHT-WEIGHT AGGREGATE AND ARTIFICIAL  
LIGHT-WEIGHT AGGREGATE PRODUCED THEREBY

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a process for producing an artificial light-weight aggregate capable of efficiently producing a harmless aggregate from refuse incineration ash and having high strength and low water-absorption while promoting the evaporation of heavy metals and harmful substances in the baking of the aggregate and provide an artificial light-weight aggregate produced by this process.

SOLUTION: The objective process for the production of an artificial light-weight aggregate comprises the crushing of a mixture produced by mixing refuse incineration ash with a binder, a foaming agent, a reducing agent and silica and/or alumina as a composition controlling agent, the addition of water to the crushed mixture, the forming and optional drying of the product and two-stage baking of the formed material comprising the 1st stage baking at 850-1050°C and the 2nd stage baking at 1060-1200°C. The calcium content of the baked aggregate in the formed material is  $\leq 16$  wt.% in terms of oxide, the foaming agent is iron oxide and/or silicon carbide and the reducing agent is a carbon material. The artificial light-weight aggregate produced by this process has an absolute-dry specific gravity of  $\geq 1.5$  and  $< 2.0$ , a uniaxial compressive strength of  $\geq 50$  kgf and a water-absorption of  $\leq 5\%$ .

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-302498  
(P2000-302498A)

(43) 公開日 平成12年10月31日 (2000.10.31)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C 0 4 B 18/10

識別記号

Z A B

F I

C 0 4 B 18/10

テ-マ-ト\* (参考)

Z A B Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-109047

(22) 出願日 平成11年4月16日 (1999.4.16)

(71) 出願人 000183303

住友金属鉱山株式会社  
東京都港区新橋5丁目11番3号

(72) 発明者 須藤 真悟

千葉県市川市中国分3-18-5 住友金属  
鉱山株式会社中央研究所内

(72) 発明者 長南 武

千葉県市川市中国分3-18-5 住友金属  
鉱山株式会社中央研究所内

(74) 代理人 100046719

弁理士 押田 良輝 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 人工軽量骨材の製造方法およびこの方法により得られた人工軽量骨材

(57) 【要約】

【課題】 骨材焼成時に重金属類や有害物の揮発がより促進されるとともに、ごみ焼却灰を主原料として無害で高強度、かつ吸水率の低い骨材を効率的に生産することができる人工軽量骨材の製造方法およびこの方法により得られた人工軽量骨材を提供する。

【解決手段】 ごみ焼却灰に、粘結剤、発泡剤、還元剤と、さらに組成制御剤としてシリカまたはアルミナのうちの少なくとも1種とを混合して得られた混合物を粉碎した後、水を加えて成型し、ついで所望に応じ該成型体を乾燥したのちこの成型体に対して850℃～1050℃の温度範囲による第1段階と、1060℃～1200℃の温度範囲による第2段階との2段階焼成を実施することを特徴とし、また前記成型体の焼成骨材中のカルシウム含有量は、酸化物換算で16重量%以下であり、さらに前記発泡剤を、酸化鉄または炭化珪素のうちの少なくとも1種とし、前記還元剤を炭材とした人工軽量骨材の製造方法の特徴とするもので、また該製造方法により得られ、かつ絶対比重が1.5以上で2.0未満、一軸圧縮破壊荷重が50kgf以上、吸水率が5%以下であ

る人工軽量骨材を特徴とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ごみ焼却灰に、粘結剤、発泡剤、還元剤と、さらに組成制御剤としてシリカまたはアルミナのうちの少なくとも1種とを混合して得られた混合物を粉砕した後、水を加えて成型し、ついで該成型体に対して850℃～1050℃の温度範囲による第1段階と、1060℃～1200℃の温度範囲による第2段階との2段階焼成を実施することを特徴とする人工軽量骨材の製造方法。

【請求項2】 前記成型体を乾燥した後に前記2段階焼成を実施することを特徴とする請求項1記載の人工軽量骨材の製造方法。

【請求項3】 前記成型体の焼成骨材中のカルシウム含有量が、酸化物換算で16重量%以下であることを特徴とする請求項1または2記載の人工軽量骨材の製造方法。

【請求項4】 前記発泡剤が、酸化鉄または炭化珪素のうちの少なくとも1種であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項記載の人工軽量骨材の製造方法。

【請求項5】 前記還元剤が炭材であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載の人工軽量骨材の製造方法。

【請求項6】 請求項1～5のいずれか1項記載の製造方法により得られ、かつ絶乾比重が1.5以上で2.0未満、一軸圧縮破壊荷重が50kgf以上、吸水率が5%以下であることを特徴とする人工軽量骨材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ごみ焼却施設などから発生するごみ焼却灰を再資源化して有効利用するため、このごみ焼却灰を主原料とした土木・建築用の人工軽量骨材を製造する方法およびこの方法により得られた人工軽量骨材に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】ごみ焼却施設などから発生するごみ焼却灰は、焼却残渣である主灰と排ガス中に飛散する灰を捕集した飛灰とがあり、その殆どが廃棄物として埋め立て処分されている。中でも飛灰には鉛、亜鉛、カドミウムなどの重金属類が含まれているため、現状では溶融固化、セメント固化、キレート処理および酸洗浄の方法により重金属類の溶出防止処理を施して無害化した後に埋め立て処分されている。しかし溶融固化法は処理コストが高く、近年はセメント固化法ならびに重金属類の溶出防止処理が十分ではないという指摘があり、またそれ以外の方法は長期信頼性に欠けるという問題を有し、さらには多くの自治体が最終処分場の確保と残余年数の延長化に苦慮しているため、飛灰を廃棄物とせず再資源として有効利用する技術の開発が待望されている。

【0003】その方法の1つとして本発明者らは先に、焼却灰を主原料として珪砂、陶石および長石などの組成

制御剤、粘結剤、さらにはヘマタイト、炭化珪素などの発泡剤、コークスなどの還元剤とを添加し、これをロータリーキルンで焼成することによって重金属の溶出が少ない土木・建築用の人工軽量骨材の製造方法を見出し、この技術を特開平10-287675号公報により開示した。この公報記載の方法によれば焼却灰を人工軽量骨材として利用でき、かつ最終処分場の残余年数の延長化に貢献できるが、主に焼却灰中に含まれる重金属類や硫化物などの含有量を低減する必要性から焼却灰の利用量が限られていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、骨材焼成時に重金属類や有害物の揮発がより促進されるとともに、ごみ焼却灰を主原料として無害で高強度、かつ吸水率の低い人工骨材を効率的に生産することができる人工軽量骨材の製造方法およびこの方法により得られた人工軽量骨材を提供することを目的とするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者らはごみ焼却灰の骨材化とその無害化の方法について鋭意検討した結果、特定の温度域にて2段階方式により焼成を実施することにより上記課題を解決し得ることを見出し本発明を完成するに至った。

【0006】すなわち本発明の第1の実施態様は、ごみ焼却灰に、粘結剤、発泡剤、還元剤と、さらに組成制御剤としてシリカまたはアルミナのうちの少なくとも1種とを混合して得られた混合物を粉砕した後、水を加えて成型し、ついで所望に応じ該成型体を乾燥したのちこの成型体に対して850℃～1050℃の温度範囲による第1段階と、1060℃～1200℃の温度範囲による第2段階との2段階焼成を実施することを特徴とするものであって、前記成型体の焼成骨材中のカルシウム含有量は、酸化物換算で16重量%以下であり、さらに前記発泡剤を、酸化鉄または炭化珪素のうちの少なくとも1種とし、また前記還元剤を炭材とした人工軽量骨材の製造方法を特徴とするものである。

【0007】また本発明の第2の実施態様は、第1の実施態様に係る製造方法により得られ、かつ絶乾比重が1.5以上で2.0未満、一軸圧縮破壊荷重が50kgf以上、吸水率が5%以下である人工軽量骨材を特徴とするものである。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下本発明の詳細およびその作用についてさらに具体的に説明する。一般の人工軽量骨材の原料である粘土や頁岩などの主成分は、シリカ、アルミナ、カルシアなどであり、ごみ焼却灰の成分もほぼ同様のものからなる。そして人工軽量骨材に機械的強度を持たせるためには焼成時にペレット内部を半溶融状態にさせてガラス化すればよく、また軽量化するためには内部を溶融させ、適度な粘性低下と同時に揮発成分による

気泡を捕捉すればよい。しかしながらごみ焼却施設などから発生するごみ焼却灰は、上記人工軽量骨材の原料と比較して低融点で急溶する性質があるので骨材化が困難であり、また焼却施設、燃焼物および運転状態などによって化学的・物理的性質が異なるため、所望の物性を持つ骨材を得るには原料の化学組成を一般の人工軽量骨材の原料である天然鉱物の化学組成に近付けるよう組成を制御する必要がある。さらにごみ焼却灰は重金属類や有害物を含むため焼成後の骨材を無害化する必要がある。

【0009】本発明は前記ごみ焼却灰に、少量の粘結剤、発泡剤、還元剤および組成制御剤としてシリカまたはアルミナのうち少なくとも1種を添加してなる骨材配合原料を、骨材が軟化する手前の温度とさらに焼結する温度の2段階で焼成し、焼成後の骨材中のカルシウム含有量が酸化物換算で16重量%以下となるように組成制御することによって、有害物が少なく、かつ絶乾比重が1.5以上で2.0未満、一軸圧縮破壊荷重が50kgf以上、吸水率が5%以下の人工軽量骨材を製造することができるということを特徴とするものである。本発明の対象となるごみ焼却灰は特に限定されるものでなく、主灰や飛灰あるいはその混合物を用いることができる。また前記ごみ焼却灰の粒度にも特に影響されない。

【0010】ごみ焼却灰に添加する組成制御剤は化学組成上シリカおよび／またはアルミナを主体とし、かつ焼成後の骨材品質に有害物として影響が無ければ特に限定しないが、例えば天然鉱物として珪砂、頁岩、粘土、陶石、長石、カオリナイト、木節粘土、工業薬品、シリカとアルミナを含む鉱物、また産業副産物として石炭灰や下水汚泥などが挙げられる。組成制御剤中のシリカは骨材の機械的強度を発現させるガラス化に寄与し、またはアルミナは骨材強度に有効な鉱物やガラス相の生成に寄与する。このような組成制御剤の添加量は骨材用途に応じて必要とされる物性が得られるよう適宜選択すればよいが、絶乾比重1.5以上で2.0未満の人工軽量骨材を得るためには焼成後の骨材中のカルシウムの含有量が酸化物換算で16重量%以下となるように添加することが好ましい。その理由は16重量%を超えると最適な焼成温度域が高くなり、かつ焼成可能な温度幅が狭くなるからである。なおカルシウムの含有量は、少ないほど好ましいが、主原料であるごみ焼却灰中に含まれるという理由で5重量%程度が下限となる。

【0011】つぎに本発明で骨材焼成過程において2段階焼成する理由は、無害化と高強度および軽量化を満足する骨材を得るためである。すなわち第1段階の焼成は無害化のために行い、ペレットに液相が生成し軟化に至らない温度で実施することが好ましい。軟化に至る温度以上で焼成しても揮発成分が液相に遮られ揮発が促進されないためである。このときの焼成温度は850℃～1050℃の範囲であり、この温度範囲外で軟化するような化学組成を有する骨材配合原料では、所望の物性を持つ

人工軽量骨材が得られないからである。また第1段階の焼成における滞留時間は特に限定されるものでなく焼成後の骨材が無害化されるよう適宜変更することができる。

【0012】つぎに第2段階の焼成は強度発現と軽量化のために行い、1060℃～1200℃の温度範囲で実施する。この温度範囲に限定した理由は、1060℃未満では骨材が未焼結となり強度が発現せず、一方1200℃を超えるとペレットが溶融してしまい所望の骨材が得られないからである。この際、第2段階の焼成における滞留時間は得られる骨材が所望の物性となるよう適宜変更することができる。なお揮発によって生じた重金属類などは、回収して金属精錬原料として利用することによって一層資源の有効利用率を高めることができる。

【0013】また本発明で粘結剤を添加した理由は、加水造粒後のペレットの成型性と機械的強度を付与するためであり、機械的強度が弱いとロータリーキルンでの焼成の際にペレットが粉化して製品の収率が低下し、かつ焼成帯付近でペレット表面に粉化したものが付着したり、あるいはロータリーキルンの内壁に付着して連続操業に支障をきたすからである。また粘結剤の種類は特に限定されないが、例えばベントナイト、水ガラスなどの無機類、澱粉、糖蜜、リグニン、ポリビニルアルコール、メチルセルロース、天然ゴム、パルプ廃液などの有機類が挙げられる。また粘結剤の添加量も特に限定されないが、添加効果およびコストなどを考慮すると0.5重量%～10重量%の範囲が好ましい。

【0014】つぎに本発明で発泡剤と還元剤を添加する理由は、第1段階の焼成以降にペレットの内部に液相が生成し半溶融状態となったときに、発泡剤と還元剤の作用によってガスを発生させ、そのガスを気泡としてペレット内部に捕捉することで比重を制御するためである。用いられる発泡剤や還元剤としては、このような効果を発揮するものであれば特に限定されないが、本発明では発泡剤としては酸化鉄や炭化珪素が、また還元剤としては炭材が好ましく、さらに発泡剤として用いる酸化鉄としては酸化度の高いヘマタイトが特に好ましい。発泡剤として用いる酸化鉄の粒度は特に限定されないが、焼成中の炭材による脱酸素反応を促進するために10μm以下とすることが好ましい。また骨材配合原料の全体に対する好ましいヘマタイトのような発泡剤の添加量は、1重量%～10重量%である。その理由は1重量%未満では発泡剤としての効果が少なく、一方10重量%を超えて添加しても発泡剤による軽量化の効果は増加しないからである。

【0015】また発泡剤として用いる炭化珪素は、造粒したペレットが加熱により多量の液相を生成する時に、酸化鉄と効率よく反応して発生するCO、CO<sub>2</sub>ガスを捕捉してペレットの発泡膨潤を促進する。また骨材配合原料の全体に対する炭化珪素の添加量は、0.1重量%

～1.0重量%であることが好ましい。その理由は、0.1重量%未満では絶乾比重の軽量化に対する効果が十分でなく、一方1.0重量%を超えても軽量効果は増大しないからである。

【0016】還元剤としての炭材は、効果は小さいが酸化鉄と反応して発泡作用といった機能を発揮するもので、コークスなどが挙げられる。したがって炭化珪素の一部を炭材に置き換えたりすることが可能であり、炭材は焼成中のペレット内部の還元度を調整する効果が大きい。骨材配合原料の全体に対する炭材の添加量は、0.2重量%～1.0重量%であることが好ましい。その理由は、0.2重量%未満では発泡による軽量化の効果が得られないからであり、一方1.0重量%を超えても発泡膨張による軽量化効果は増加せず、逆に未燃焼の炭素がペレット内部に残留して人工軽量骨材の強度を低下させる可能性があるからである。

【0017】本発明に用いる粉砕方法は、混合した骨材配合原料が平均粒径 $20\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $15\mu\text{m}$ 以下まで微粉砕できるものであればいずれの方法でもよく、例えばボットミル、振動ミル、遊星ミルなどのボールミル、衝突式のジェット粉砕機、ターボ粉砕機などが挙げられる。つぎにごみ焼却灰、粘結剤、還元剤、発泡剤および組成制御剤との混合粉砕物は、必要に応じて乾燥して湿式混練するが、採用する混練方法は特に限定されず公知の混練装置を用いることができる。

【0018】また成型方法としては、所定の径になるように成型できるものであればよく、例えばパンペレタイ

ザーや押出成型機を用いると簡便である。ついで得られた成型物は必要に応じて乾燥した後に焼成するが、焼成法は特に限定されず、例えば連続操業や品質の均一性を勘案すればロータリーキルンを用いることが好ましく、所望とする骨材物性に合わせて雰囲気を選ばせることができる。例えば燃焼ガス中の酸素濃度を3～12%とし、第1段階の焼成における温度を $850^{\circ}\text{C}$ ～ $1050^{\circ}\text{C}$ 、滞留時間を10分間～60分間となるよう、続いて第2段階の焼成における温度を $1060^{\circ}\text{C}$ ～ $1200^{\circ}\text{C}$ 、滞留時間10分間～120分間となるようにロータリーキルンの勾配、回転数、ダムの設置や内径といったキルン構造などを勘案してロータリーキルン操作することが好ましい。なお焼成前に必要に応じて施す乾燥法も特に限定されるものでない。

【0019】

【実施例】以下の実施例および比較例により、本発明をさらに詳細に説明する。ただし、本発明は下記実施例に限定されるものではない。なお用いたごみ焼却飛灰の主成分は、 $\text{SiO}_2$ ：27.36重量%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ：12.78重量%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ：1.61重量%、 $\text{CaO}$ ：14.26重量%、 $\text{MgO}$ ：3.35重量%、 $\text{Na}_2\text{O}$ ：8.46重量%、 $\text{K}_2\text{O}$ ：7.24重量%のものである。また組成制御剤として用いた珪砂、石炭灰または頁岩の主成分は下記する表1に示す通りである。

【0020】

【表1】

成 分	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$
珪 砂	95.08	1.17	0.93	2.47	0.33	0.01	0.01
石炭灰	55.20	32.10	3.57	0.59	1.40	0.22	0.48
頁 岩	68.00	15.00	4.30	1.00	2.00	2.00	3.00

【0021】【実施例1】焼却灰70重量%、珪砂17.5重量%、ベントナイト5重量%、ヘマトイト5重量%、コークス2重量%および炭化珪素0.5重量%らなる骨材配合原料を、ボールミルを用いて平均粒径 $5\mu\text{m}$ に混合粉砕した。該粉砕物に水を添加しながらパンペレタイザーで直径約5mm～15mmの球状に造粒した後、 $105^{\circ}\text{C}$ で通風乾燥した。ついで前記乾燥骨材を煉瓦内径400mm、長さ6000mmで、炉前から2000mm炉尻側に高さ50mmのダムを設けたロータリーキルンに供給して、燃焼ガス中の酸素濃度5%の雰囲気下で、 $1000^{\circ}\text{C}$ で約40分間の第1段階の焼成を経て、第2段階の焼成を $1060^{\circ}\text{C}$ で約10分間実施して骨材a（実施例1）を得た。

【0022】得られた骨材aの品質評価するためJISA 1110に基づいて乾燥比重と吸水率を、また一軸圧縮破壊荷重により圧潰強度を測定してその結果を下記する表2に示す。なお圧潰強度は圧潰試験機によって直径約10mmの各骨材について測定し、その平均値を求めた。

【0023】また $\text{CaO}$ の含有量や鉛の溶出、 $\text{SO}_3$ としての硫化物の残留量を測定して、下記する表2に示す。表2から分かる通り、実施例1の骨材aは絶乾比重が1.75、圧潰強度が70kgf、吸水率が4.5%であった。なお鉛の溶出量は0.01mg/リットル未満（基準値0.01mg/リットル以下）で、 $\text{SO}_3$ 残留量は0.2重量%以下（基準値0.5%以下）であ

り、いずれも基準値をクリアし、またCaO含有量は15.05重量%であった。

【0024】【実施例2～5および比較例1～5】焼却灰65重量%、珪砂を22.5重量%、第1段階の焼成を950℃、ついで第2段階の焼成を1100℃とした以外は実施例1と同様にして骨材b（実施例2）を、珪砂に替えて石炭灰を22.5重量%とした以外は実施例2と同様にして骨材c（実施例3）を、焼却灰55重量%、石炭灰を32.5重量%、第1段階の焼成を1030℃、ついで第2段階の焼成を1140℃とした以外は実施例1と同様にして骨材d（実施例4）を、焼却灰67.5重量%、珪砂に替えて頁岩を20重量%、第1段階の焼成を約1005℃、ついで第2段階の焼成を1080℃とした以外は実施例1と同様にして骨材e（実施例5）を、第1段階の焼成を820℃、ついで第2段階の焼成を1050℃とした以外は実施例1と同様にし

て骨材f（比較例1）を、第1段階の焼成を行わなかった以外は実施例1と同様にして骨材g（比較例2）を、第1段階の焼成を1055℃、ついで第2段階の焼成を1140℃とした以外は実施例4と同様にして骨材h（比較例3）を、第1段階の焼成を1000℃、ついで第2段階の焼成を1230℃とした以外は実施例5と同様にして骨材i（比較例4）を、焼却灰75重量%、珪砂12.5重量%、第1段階の焼成を1000℃、ついで第2段階の焼成を1050℃とした以外は実施例1と同様にして骨材j（比較例5）をそれぞれ得た。

【0025】得られた実施例2～5および比較例1～5による骨材b～jについて実施例1と同様の測定を行い、その評価結果と鉛の溶出量、SO<sub>3</sub>の残留量およびCaOの含有量を下記する表2に併せて示す。

【0026】

【表2】

骨材番号		絶乾比重	圧潰強度 (kgf)	吸水率 (%)	第1段階焼 成 (°C)	Pb溶出量 (mg/l)	SO <sub>3</sub> 残留量 (重量%)	CaO含有量 (重量%)
実施例1	a	1.75	70	4.5	1000	<0.01	0.20	15.05
実施例2	b	1.60	63	4.0	950	<0.01	0.18	13.71
実施例3	c	1.55	74	3.5	950	<0.01	0.36	13.4
実施例4	d	1.65	100	2.4	1030	<0.01	0.13	10.8
実施例5	e	1.75	80	2.5	1005	<0.01	0.37	14.37
比較例1	f	1.70	55	6.5	820	0.08	1.97	14.86
比較例2	g	1.80	75	3.0	—	<0.01	1.99	14.22
比較例3	h	2.05	115	1.0	1055	0.05	1.54	8.98
比較例4	i	—	—	—	1000	—	—	—
比較例5	j	1.79	25	9.8	1000	<0.01	0.48	16.49

【0027】表2から分かる通り、実施例2～5による骨材b～eは絶乾比重は1.55～1.75、圧潰強度は63～100kgf、吸水率は2.4～4.0%であった。これに対して、比較例1の骨材fは吸水率が6.5%であり、かつ鉛溶出量が0.08mg/リットル、SO<sub>3</sub> 残留量が1.97重量%と基準値をクリアせず、また比較例2の骨材gはSO<sub>3</sub> 残留量が1.99重量%と多く、さらに比較例3の骨材hは絶乾比重が2.05で、かつ鉛溶出量が0.05mg/リットル、SO<sub>3</sub> 残留量が1.54重量%と基準値をクリアしなかった。なお比較例4の骨材iはメルトダウンによって骨材化でき

なかった。また比較例5の骨材jはCaO含有量が16重量%を超え、かつ圧潰強度、吸水率ともに所望の物性を持つものではなかった。

【0028】

【発明の効果】以上述べた通り本発明によれば、ごみ焼却灰を主原料として無害で高強度、かつ吸水率の低い人工軽量骨材を効率的に生産することができる。したがって産業廃棄物を埋め立て処理することなく、特に土木・建築材料などに再資源化できることから、環境保全と資源有効利用において極めて有用なものである。

フロントページの続き

(72)発明者 加岳井 敦

千葉県市川市中国分3-18-5 住友金属

鉱山株式会社中央研究所内

(72)発明者 川本 孝次

千葉県市川市中国分3-18-5 住友金属

鉱山株式会社中央研究所内